

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-154219

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/1347

G02F 1/13

G02F 1/1334

(21)Application number : 2000-305710

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 18.11.1997

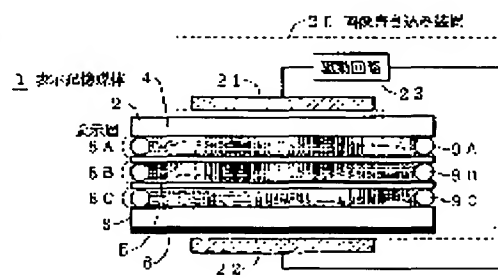
(72)Inventor : HARADA HARUO
HIJI NAOKI
ARISAWA HIROSHI
KOBAYASHI HIDEO
KAKINUMA TAKEO
TSUDA DAISUKE

(54) DISPLAY STORAGE MEDIUM, AND METHOD AND DEVICE FOR WRITING OF IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a display storage medium which can display a black-and-white monochromatic image and which has storage property without a power supply and which can rewrite an image in a short time by an external device.

SOLUTION: The display storage medium 1 has display layers 8A, 8B, 8C consisting of a cholesteric liquid crystal which selectively reflects light of blue, green and red colors, respectively, between substrate 2, 3, and has a light-absorbing layer 6 on the back face of the substrate 3. The image writing device 20 is formed separately from the display storage medium 1 and is provided with writing electrodes 21, 22 to hold the display storage medium 1 between the electrodes. A writing signal composed of at least a select period and a succeeding display period without an electric field is applied between the electrode 21, 22 in such a manner that the intensity of the electric field E_s in the select period is controlled to change all of the cholesteric liquid crystal in the display layers 8A, 8B, 8C into the same phase state.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-154219
(P2001-154219A)

(43)公開日 平成13年 6 月 8 日 (2001. 6. 8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 F 1/1347		G 0 2 F 1/1347	
1/13	5 0 5	1/13	5 0 5
1/1334		1/1334	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2000-305710(P2000-305710)
(62)分割の表示 特願平9-317049の分割
(22)出願日 平成9年11月18日(1997. 11. 18)

(71)出願人 000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目17番22号
(72)発明者 原田 陽雄
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者 氷治 直樹
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(74)代理人 100091546
弁理士 佐藤 正美

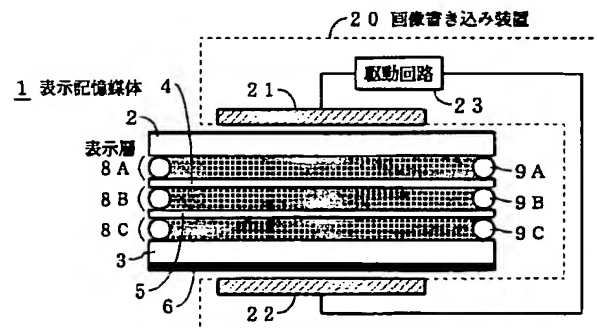
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示記憶媒体、画像書き込み方法および画像書き込み装置

(57)【要約】

【課題】 無電源でのメモリ性を有し、外部装置によって短時間で画像を書き換えることができる、ブラック・ホワイトのモノクロ表示可能な表示記憶媒体を実現する。

【解決手段】 表示記憶媒体1は、基板2、3間に、それぞれブルー、グリーン、レッドの色光を選択反射するコレステリック液晶からなる表示層8A、8B、8Cを積層し、基板3の裏面に光吸収層6を設ける。画像書き込み装置20は、表示記憶媒体1と別体に形成し、表示記憶媒体1を挟持する書き込み電極21、22を設ける。少なくとも、セレクト期間と、その後の無電界の表示期間とによって構成され、そのセレクト期間での電界強度 E_s が、表示層8A、8B、8Cのコレステリック液晶を全て同じ相状態に変化させる電界強度となる書き込み信号を、電極21、22間に印加する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方が透明の一对の基板間に、それぞれ可視光中の互いに異なる色光を選択反射するコレステリック液晶によって構成された複数の表示層が積層され、外部の画像書き込み装置から前記積層された複数の表示層に電界が印加されることによって画像が書き込まれることを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項2】請求項1の表示記憶媒体において、前記複数の表示層が、400～500nmの波長域にピークを有する色光を選択反射する表示層、500～600nmの波長域にピークを有する色光を選択反射する表示層、および600～700nmの波長域にピークを有する色光を選択反射する表示層によって構成されたことを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項3】請求項1または2の表示記憶媒体において、前記複数の表示層は、それぞれ、コレステリック液晶の連続相中に高分子のネットワークが形成されたPNLC構造であることを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項4】請求項1または2の表示記憶媒体において、前記複数の表示層は、それぞれ、高分子マトリックス中にコレステリック液晶が分散されたPDL構造であることを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項5】請求項1～4のいずれかの表示記憶媒体において、前記複数の表示層のそれぞれが、互いに同じ色光を選択反射し、かつ互いに螺旋ねじれ方向が逆のコレステリック液晶によって構成された2つの表示層からなることを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項6】請求項1～5のいずれかの表示記憶媒体において、前記一对の基板が、可とう性を有することを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項7】請求項1～6のいずれかの表示記憶媒体において、一方の基板側に共通電極が設けられたことを特徴とする表示記憶媒体。

【請求項8】請求項1～7のいずれかの表示記憶媒体において、外部の画像書き込み装置から、前記積層された複数の表示層に、少なくとも、セレクト期間と、その後の無電界の表示期間とによって構成され、そのセレクト期間での電界強度 E_s が、前記複数の表示層のコレステリック液晶を全て同じ相状態に変化させる電界強度となる書き込み信号を印加することを特徴とする画像書き込み方法。

【請求項9】請求項1～7のいずれかの表示記憶媒体において、表示記憶媒体の外部から、前記積層された複数の表示層に、少なくとも、セレクト期間と、その後の無電界の表

示期間とによって構成され、そのセレクト期間での電界強度 E_s が、前記複数の表示層のコレステリック液晶を全て同じ相状態に変化させる電界強度となる書き込み信号を印加することを特徴とする画像書き込み装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、画像（文字や図形などの情報を含む）を表示し、かつその表示状態を記憶する表示記憶媒体と、この表示記憶媒体に画像を書き込む方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】紙パルプの原料である森林資源の破壊や、ごみの廃却、焼却による環境汚染などから、オフィスを中心とする紙の大量消費が問題になっている。しかしながら、パーソナルコンピュータの普及や、インターネットを始めとする情報化社会の発達により、電子情報の一時的な閲覧を目的とする、いわゆる短寿命文書としての紙の消費は、益々増加する傾向にあり、紙に代わる書き換え可能な表示記憶媒体の実現が望まれている。

【0003】紙は、1)明るく、コントラストの高い、反射型フルカラー表示が可能であり、読み易く、情報表示量が多い、2)軽薄で、可とう性を有する構造であり、楽な姿勢、好みの照明下で見ることができる、3)表示にメモリ性を有し、無電源での情報表示、保存が可能であるとともに、フリッカレスな表示で、目の疲労が少ない、4)低コストであり、複数枚の同時表示による一覧性が得やすく、情報の比較やブラウジングなどが容易である、という従来のディスプレイには無い優れた情報表示特性を持っており、ディスプレイに表示されている情報を改めて紙に印字してから閲覧するという行為を引き起こす要因になっている。

【0004】したがって、紙に代わる表示記憶媒体には、省資源、省廃棄物を実現するための書き換え可能性に加えて、上記の紙固有の特性を備えることが必要になる。

【0005】これまでに、紙ライクな表示を目的とする技術がいくつか提案されている。

【0006】例えば、特公平3-52843号公報などに示された、一般にNCAPと呼ばれる表示方法では、図23に示すように、高分子マトリックス中に正の誘電率異方性のネマチック液晶をマイクロカプセル化した状態で分散させ、同図(A)のように、液晶ダイレクタが高分子マトリックスの界面に影響を受けてランダムな方向を向き、高分子マトリックスと液晶の屈折率の不一致によって入射光が散乱する初期状態と、同図(B)のように、電界を印加することによって液晶ダイレクタが電界方向に揃い、高分子マトリックスと液晶の屈折率が一致して入射光が透過する状態とを、スイッチングさせ、非表示面に光吸収層を設けることによって、ブラック・ホワイトのモノクロ表示を行う。

【0007】しかしながら、この方法は、上記のように高分子マトリックスと液晶の屈折率の不一致による後方散乱によってホワイト表示を行うが、高分子と液晶の屈折率の差があまり小さくなく、十分な散乱能が得られないため、ホワイト表示時の反射率が10～15%程度しか得られず、明るく、コントラストの高い表示を行うことができないという欠点がある。

【0008】これに対して、液晶中に染料を添加して、明るさ、コントラストを改善することも考えられているが、この方法は、ブラック表示の透過状態にメモリ性が無く、無電源での情報表示、保存を行うことができないという、紙を代替する上での本質的な欠点がある。

【0009】一方、メモリ性を有する表示を行う方法として、例えば、液晶デバイスハンドブック（日刊工業新聞社発行）p456に示されているように、スメクチックA液晶を用い、熱と電界によって相転移を発生させる方法が知られている。

【0010】この方法では、図24に示すように、同図上段のようにアイソトロピック状態に加熱したスメクチック液晶を、同図左下（A）のように無電界で冷却することにより得られるフォーカルコニック相によって、入射光が散乱する状態と、同図上段のようにアイソトロピック状態に加熱したスメクチック液晶を、同図右下

（B）のように電界を印加しながら冷却することにより得られるホメオトロピック相によって、入射光が透過する状態とを、スイッチングさせ、非表示面に光吸収層を設けることによって、ブラック・ホワイトのモノクロ表示を行う。

【0011】しかしながら、この方法は、無電源での情報表示、保存を行うことは可能であるが、十分な後方散乱が得られないスメクチック液晶の層構造の乱れによってホワイト表示を行うため、上記のNCAPと同様に、ホワイト表示時の反射率が低く、明るく、コントラストの高い表示を行うことができないという欠点がある。

【0012】また、図23または図24に示した従来例のように、透過状態と散乱状態とをスイッチングして表示を行う方法では、例えば、カラーフィルタと組み合わせる方法のように、異なる色光を発色する画素を表示面に配置する“並置型方式”によって、カラー表示を行うことが可能である。

【0013】しかしながら、並置型方式では、それぞれ異なる色光を発色する画素部と、それぞれの色に対応したデータを書き込むアドレッシング部との厳密な位置合わせが必要となるため、外部から表示素子に画像を書き込むことは難しく、表示素子内にパターンニングされた電極などを備えることが必要となり、表示素子のコストが高くなるという欠点がある。

【0014】これに対して、異なる色光を発色する素子を観察方向に配置する“積層型方式”によるカラー表示方法も、いくつか提案されている。

【0015】例えば、特開平3-209425号公報には、図25に示すように、一対の基板32、33間に、それぞれ高分子マトリックス41中に負の誘電率異方性のコレステリック液晶42をマイクロカプセル化した状態で分散させた、それぞれブルー、グリーン、レッドの色光を選択反射する3つの表示層38A、38B、38Cを、表示層38A、38B間には分離基板34を介し、表示層38B、38C間には分離基板35を介して積層し、非表示面側に光吸収層36を設け、それぞれの表示層38A、38B、38Cのパターンニングされた駆動電極37を、駆動電源51とスイッチ52からなる駆動回路50に接続する方法が示されている。

【0016】この方法では、それぞれの表示層38A、38B、38Cにつき、液晶ダイレクタが高分子マトリックス41の界面に影響を受けてランダムな方向を向き、入射光がほぼ透過する初期状態と、電界を印加することによってコレステリック液晶42の螺旋軸が電界方向に揃い、入射光中の所定の色光を選択反射する状態とを、スイッチングさせることによって、カラー表示を行う。

【0017】さらに、Information Display 12/96, p18には、図25に示したような積層型方式のカラー表示素子で、正の誘電率異方性のコレステリック液晶を用いることが示されている。

【0018】しかしながら、これらの方法では、積層されたそれぞれの表示層38A、38B、38Cを別個にスイッチングする必要があるため、外部から表示素子に画像を書き込むことはできない。したがって、表示素子内のそれぞれの表示層38A、38B、38Cごとに、パターンニングされた駆動電極37を備えることが必要となり、表示素子のコストが高くなるという欠点がある。

【0019】さらに、特開平6-258622号公報には、高分子マトリックス中に負の誘電率異方性のコレステリック液晶をマイクロカプセル化した状態で分散させ、熱と電界によって相転移を発生させる表示方法が示されている。

【0020】この方法では、図26に示すように、図25に示したような積層型方式のカラー表示素子において、それぞれの表示層38A、38B、38Cに、パターンニングされた駆動電極の代わりに、各画素に共通のベタ状の駆動電極39を設け、加熱部60で示すようなレーザーなどの熱源による加熱アドレッシングと、駆動回路50による電界の印加とを組み合わせ、それぞれの表示層38A、38B、38Cにつき、アイソトロピック状態に加熱したコレステリック液晶42を、無電界で冷却することにより得られるランダム相によって、入射光がほぼ透過する状態と、アイソトロピック状態に加熱したコレステリック液晶42を、電界を印加しながら冷却することにより得られるプレーナー相によって、入射光中の所定の色光を選択反射する状態とを、スイッチン

グさせることによって、カラー表示を行う。

【0021】しかしながら、この方法も、パターンニングされたものではなく、各画素に共通のべた状のものではあるが、表示素子内のそれぞれの表示層38A, 38B, 38Cごとに、駆動電極39を備えることが必要となり、図25に示した方法と同様に、表示素子のコストが高くなるという欠点がある。さらに、レーザーなどの熱源により、各画素ごとに加熱・冷却を行いながら画像を書き込んでいくため、画像の書き込みに長い時間をするという欠点がある。

【0022】これらに対して、積層型方式のカラー表示素子において、表示素子内のそれぞれの表示層ごとに駆動電極を備えず、唯一の駆動信号により複数の表示層をスイッチングさせることによって、外部から表示素子に画像を書き込むことができるようにした方法も、いくつか提案されている。

【0023】例えば、特開平3-198028号公報や特開平6-265854号公報には、それぞれ液晶中に互いに吸収波長域の異なる二色性色素を含有させた複数の表示層を積層し、各表示層の液晶間での配向しきい電界強度の違いを利用して、唯一の駆動信号によって複数色を表示する方法が示されている。

【0024】さらに、特開平5-313145号公報には、吸収波長域の異なる二色性色素を含有させた複数の液晶マイクロカプセルを混合し、各カプセルの液晶間での配向しきい電界強度の違いを利用して、唯一の駆動信号によって複数色を表示する方法が示されている。

【0025】しかしながら、これらの方法では、例えば、図27(A)にA層、B層、C層として示すように、印加される電界強度に対して、消色状態から発色状態に、というように表示状態が一方向に変化する複数の表示層またはカプセルを用いるとともに、それぞれの表示層またはカプセルのスイッチングのしきい電界強度を変えているため、それぞれの表示層またはカプセルのしきい値間の電界強度 E_a , E_b , E_c , E_d を印加した場合でも、同図(B)に示すように、しきい電界強度の低い表示層またはカプセルから順に発色状態に変化する制御しか行うことができず、全ての表示層またはカプセルについて、その表示層またはカプセルのみを発色状態に制御することは不可能である。

【0026】したがって、加法混色または減法混色の原理を用いても、光の三原色であるブルー、グリーンおよびレッド、または色の三原色であるシアン、マゼンタおよびイエローの全てを表示することができず、フルカラー表示を行うことができないという欠点がある。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の技術によって紙ライクな表示記憶媒体を実現しようとした場合、特にモノクロ表示の表示記憶媒体については、散乱現象によって表現されるホワイト表示における反射

率が低く、明るく、コントラストの高い表示を得ることができないという欠点があり、特にカラー表示の表示記憶媒体については、三原色を表示する複数の表示層を、唯一の駆動信号によって同時かつ独立に制御することができないため、外部装置によってフルカラー画像を書き込むことができないという欠点がある。

【0028】そこで、この発明は、無電源でのメモリ性を有する、明るく、コントラストの高い、ブラック・ホワイトの反射型モノクロ表示を得ることができ、外部装置によって短時間で、画像を書き込み、書き換えることができるとともに、軽薄で、可とう性を有する構造を持ち、製造コストの低い、紙ライクな表示記憶媒体、および、その表示記憶媒体に外部から画像を書き込むことができる方法および装置を提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】この発明では、表示記憶媒体として、少なくとも一方が透明の一对の基板間に、それぞれ可視光中の互いに異なる色光を選択反射するコレステリック液晶によって構成した複数の表示層を積層し、外部の画像書き込み装置から前記積層された複数の表示層に電界が印加されることによって画像が書き込まれるものとする。

【0030】この場合、複数の表示層は、400~500nmの波長域にピークを有する色光を選択反射する表示層、500~600nmの波長域にピークを有する色光を選択反射する表示層、および600~700nmの波長域にピークを有する色光を選択反射する表示層によって構成することができる。

【0031】また、複数の表示層は、それぞれ、コレステリック液晶の連続相中に高分子のネットワークを形成したPNLC構造とし、または高分子マトリックス中にコレステリック液晶を分散させたPDLC構造とすることができる。

【0032】また、複数の表示層のそれぞれを、互いに同じ色光を選択反射し、かつ互いに螺旋ねじれ方向が逆のコレステリック液晶によって構成した2つの表示層からなるものとすることができる。

【0033】また、一对の基板を可とう性を有するものとすることができる。

【0034】また、一方の基板側に共通電極を設けることができる。

【0035】この発明では、この発明の表示記憶媒体に画像を書き込む方法として、外部の画像書き込み装置から、前記積層された複数の表示層に、少なくとも、セレクト期間と、その後の無電界の表示期間とによって構成され、そのセレクト期間での電界強度 E_s が、前記複数の表示層のコレステリック液晶を全て同じ相状態に変化させる電界強度となる書き込み信号を印加する。

【0036】この発明では、この発明の表示記憶媒体に画像を書き込む装置として、表示記憶媒体の外部から、

前記積層された複数の表示層に、少なくとも、セレクト期間と、その後の無電界の表示期間とによって構成され、そのセレクト期間での電界強度 E_s が、前記複数の表示層のコレステリック液晶を全て同じ相状態に変化させる電界強度となる書き込み信号を印加する構成とする。

【0037】なお、この発明で「コレステリック液晶」とは、カイラルネマチック液晶またはカイラルスメチック液晶を含む。

【0038】

【作用】液晶分子が螺旋構造を持つコレステリック液晶は、螺旋軸に平行に入射した光を右円偏光と左円偏光に分け、螺旋の捩じれ方向に一致する円偏光成分をブラッグ反射し、残りの光を透過させる選択反射現象を起こす。反射光の中心波長 λ 、および反射波長幅 $\Delta\lambda$ は、螺旋ピッチを p 、螺旋軸に直交する平面内の平均屈折率を n 、複屈折率を Δn とすると、それぞれ $\lambda = n \cdot p$ 、 $\Delta\lambda = \Delta n \cdot p$ で表され、コレステリック液晶層による反射光は螺旋ピッチに依存した鮮やかな色を呈する。

【0039】正の誘電率異方性を有するコレステリック液晶は、図 21 (A) に示すように、螺旋軸がセル表面に垂直になり、入射光に対して上記の選択反射現象を起こすプレーナー相、同図 (B) に示すように、螺旋軸がほぼセル表面に平行になり、入射光を少し前方散乱させながら透過させるフォーカルコニック相、および同図 (C) に示すように、螺旋構造がほどけて液晶ダイレクタが電界方向を向き、入射光をほぼ完全に透過させるホメオトロピック相、の 3 つの状態を示す。

【0040】上記の 3 つの相のうち、プレーナー相とフォーカルコニック相は、無電界で双安定に存在することができる。したがって、コレステリック液晶の相状態は、液晶層に印加される電界強度に対して一義的に決まらず、プレーナー相が初期状態の場合には、電界強度の増加に伴って、プレーナー相、フォーカルコニック相、ホメオトロピック相の順に変化し、フォーカルコニック相が初期状態の場合には、電界強度の増加に伴って、フォーカルコニック相、ホメオトロピック相の順に変化する。

【0041】一方、液晶層に印加した電界強度を急激にゼロにした場合には、プレーナー相とフォーカルコニック相はそのままの状態を維持し、ホメオトロピック相はプレーナー相に相変化する。

【0042】したがって、パルス信号を印加した直後のコレステリック液晶層は、図 22 に示すようなスイッチング挙動を示し、印加されたパルス信号の電界強度が、 E_{fh} 、90 以上のときには、ホメオトロピック相からプレーナー相に相変化した選択反射状態となり、 E_{pf} 、10 と E_{fh} 、10 の間のときには、フォーカルコニック相による透過状態となり、 E_{pf} 、90 以下のときには、パルス信号印加前の状態を継続した状態、すな

わちプレーナー相による選択反射状態またはフォーカルコニック相による透過状態となる。

【0043】ただし、図中、縦軸は正規化反射率であり、最大反射率を 100、最小反射率を 0 とし、反射率を正規化している。また、プレーナー相、フォーカルコニック相およびホメオトロピック相の各状態間には、遷移領域が存在するため、正規化反射率が 90 以上の場合を選択反射状態、正規化反射率が 10 以下の場合を透過状態と定義し、プレーナー相とフォーカルコニック相の相変化のしきい電界強度を、遷移領域の前後に対して、それぞれ E_{pf} 、90、 E_{pf} 、10 とし、フォーカルコニック相とホメオトロピック相の相変化のしきい電界強度を、遷移領域の前後に対して、それぞれ E_{fh} 、10、 E_{fh} 、90 とする。

【0044】特に、コレステリック液晶に高分子を添加した PNL C 構造または PDL C 構造の表示層においては、コレステリック液晶と高分子の界面における干渉により（アンカリング効果）、プレーナー相とフォーカルコニック相の無電界における双安定性が向上し、長期間に渡って、パルス信号印加直後の状態を保持することができる。

【0045】この発明の表示記憶媒体では、このコレステリック液晶の双安定現象を利用して、互いに異なる色光を選択反射する複数の表示層につき、(A) プレーナー相による選択反射状態と、(B) フォーカルコニック相による透過状態とを、スイッチングすることによって、無電界でのメモリ性を有するブラック・ホワイトのモノクロ表示を行う。

【0046】この発明の表示記憶媒体は、内部に電界印加用の電極や配線を全く持たないもの、または一方の基板側に各画素に共通の電極のみを備えるものとし、前者の場合には、表示記憶媒体の一对の基板を挟持すべき、外部の画像書き込み装置が備える書き込み電極により、外部の画像書き込み装置から、表示記憶媒体の一对の基板間に電界を印加することによって、後者の場合には、表示記憶媒体の一方の基板側の共通電極と、表示記憶媒体の他方の基板の外側に位置させるべき、外部の画像書き込み装置が備える書き込み電極とにより、外部の画像書き込み装置から、表示記憶媒体の共通電極と他方の基板との間に電界を印加することによって、それぞれ表示記憶媒体に画像を書き込む。

【0047】いずれの場合も、それぞれの表示層には、一对の基板または他方の基板、各表示層、および必要に応じて設けられる分離層の、各構成要素間の抵抗値と静電容量の関係によって決まる電圧が印加される。通常、いずれの構成要素も十分に大きい抵抗値を示すため、それぞれの構成要素への分圧比は、ほぼ静電容量の比に依存する。また、コレステリック液晶が誘電率に異方性を有し、プレーナー相、フォーカルコニック相およびホメオトロピック相の、各状態によって静電容量が変化する

ため、それぞれの表示層に印加される電圧は、いずれかの表示層のスイッチングによっても変化する。

【0048】したがって、この発明の表示記憶媒体においては、図22に示すような、それぞれの表示層の、実際にその表示層に印加される電界強度に対するスイッチング挙動と、表示記憶媒体を構成する各要素の静電容量比に依存した分圧比とを、組み合わせることによって、外部の画像書き込み装置により印加される電界強度に対する、それぞれの表示層の相状態が得られ、これを所望の状態に制御することによって、それぞれの表示層を同時かつ独立にスイッチングさせることができる。

【0049】このような、この発明の表示記憶媒体の積層された複数のコレステリック液晶表示層に、外部の画像書き込み装置から、少なくとも、セレクト期間 T_s と、その後の無電界の表示期間 T_d とによって構成され、そのセレクト期間 T_s での電界強度 E_s が、複数のコレステリック液晶表示層を全て同じ相状態に変化させる電界強度となる書き込み信号を印加することによって、(1)複数のコレステリック液晶表示層が全てプレーナー相の状態、(2)複数のコレステリック液晶表示層が全てフォーカルコニック相の状態、の相変化状態が得られる。

【0050】したがって、複数のコレステリック液晶表示層として、例えば、それぞれ400~500nmの波長域にピークを有するブルーの色光、500~600nmの波長域にピークを有するグリーンの色光、および600~700nmの波長域にピークを有するレッドの色光、を選択反射する3つのコレステリック液晶表示層を積層し、外光入射側と反対側に光吸収層を設けることによって、(1)3層のコレステリック液晶表示層が全て選択反射状態となって、加法混色によるホワイトが表示される状態、(2)3層のコレステリック液晶表示層が全て透過状態となり、その3層のコレステリック液晶表示層を透過した光が光吸収層に全て吸収されて、ブラックが表示される状態、とを取りうるようになり、一画素内で、ブラック、ホワイトの2色を表示することができる。

【0051】ここで、コレステリック液晶による選択反射現象では、ピーク波長域で最大50%の反射率が得られるため、加法混色によって表現されるホワイト表示においても、高い積分反射率を得ることができ、明るく、コントラストの高い表示を行うことができる。

【0052】さらに、複数の表示層のそれぞれを、互いに同じ色光を選択反射し、かつ互いにコレステリック液晶の螺旋ねじれ方向が逆の2つの表示層で構成することによって、より明るい表示を得ることができる。

【0053】また、この発明の表示記憶媒体は、内部に電界印加用の電極や配線を全く持たず、または一方の基板側に共通電極を備えるのみであり、内部には駆動回路も必要としないため、低コストで製造できるとともに、

軽薄で、可とう性を有する構造にすることができる。

【0054】複数の、例えば3層のコレステリック液晶表示層を、外部の画像書き込み装置から印加される電界に対して、それぞれのコレステリック液晶の相変化しきい電界強度が異なるものとし、外部の画像書き込み装置から、その積層された3層のコレステリック液晶表示層に、少なくとも、電界強度 E_r のリフレッシュ期間 T_r および電界強度 E_s のセレクト期間 T_s と、その後の無電界の表示期間 T_d とによって構成され、そのリフレッシュ期間 T_r およびセレクト期間 T_s での電界強度 E_r および E_s が、 $E_r > E_s$ の関係をもって、3層のコレステリック液晶表示層の相変化しきい電界強度を境界とする7段階の電界強度から選定された電界強度となる書き込み信号を印加することによって、(1)3層のコレステリック液晶表示層が全てプレーナー相の状態、

(2)3層のコレステリック液晶表示層が全てフォーカルコニック相の状態、(3)3層のコレステリック液晶表示層のうちの、いずれか1層がプレーナー相、残りの2層がフォーカルコニック相の状態、(4)3層のコレステリック液晶表示層のうちの、相変化しきい電界強度が他の2層のその中間の値である層を含む、いずれか2層がプレーナー相、残りの1層がフォーカルコニック相の状態、の相変化状態が得られる。

【0055】したがって、3層のコレステリック液晶表示層として、例えば、それぞれ400~500nmの波長域にピークを有するブルーの色光、500~600nmの波長域にピークを有するグリーンの色光、および600~700nmの波長域にピークを有するレッドの色光、を選択反射するコレステリック液晶表示層を積層し、外光入射側と反対側に光吸収層を設けることによって、(1)3層のコレステリック液晶表示層が全て選択反射状態となって、加法混色によるホワイトが表示される状態、(2)3層のコレステリック液晶表示層が全て透過状態となり、その3層のコレステリック液晶表示層を透過した光が光吸収層に全て吸収されて、ブラックが表示される状態、(3)3層のコレステリック液晶表示層のうちの、いずれか1層のみが選択反射状態となつて、レッド、グリーンまたはブルーが表示される状態、

(4)3層のコレステリック液晶表示層のうちの、相変化しきい電界強度が他の2層のその中間の値である層を含む、いずれか2層のみが選択反射状態となって、イエロー、マゼンタおよびシアンのうちの、いずれか2色のいずれかが表示される状態、とを取りうるようになり、一画素内で、ブラック、ホワイト、レッド、グリーンおよびブルーの5色と、イエロー、マゼンタおよびシアンのうちの2色との、合計7色を表示することができる。

【0056】ここで、コレステリック液晶による選択反射現象では、ピーク波長域で最大50%の反射率が得られるため、一次色であるブルー、グリーンおよびレッド

の表示はもとより、加法混色によって表現されるホワイト、イエロー、マゼンタおよびシアンの表示においても、高い積分反射率を得ることができ、明るく、コントラストの高い表示を行うことができる。

【0057】さらに、3層の表示層のそれぞれを、互いに同じ色光を選択反射し、かつ互いにコレステリック液晶の螺旋ねじれ方向が逆の2つの表示層で構成することによって、より明るい表示を得ることができる。

【0058】さらに、少なくとも、ホワイト、ブラック、ブルー、グリーンおよびレッドの5色を用いて、ディザ法や誤差拡散法などの面積階調を行うことによって、フルカラーの表示を行うことができる。

【0059】以上のように、この発明によれば、コレステリック液晶の電界スイッチングによる、高速の書き換え性および無電源でのメモリ性を有し、コレステリック液晶の選択反射による、明るく、コントラストの高い、ブラック・ホワイトのモノクロ表示を行うことができるとともに、軽薄で、可とう性を有する構造を持ち、製造コストの低い、紙ライクな表示記憶媒体を実現することができる。

【0060】

【発明の実施の形態】図1に、この発明の表示記憶媒体および画像書き込み装置の一実施形態を示す。

【0061】表示記憶媒体1は、この実施形態では、基板2、3間に、それぞれ可視光中の互いに異なる色光を選択反射するコレステリック液晶からなる3つの表示層8A、8B、8Cを、表示層8A、8B、8Cには、それぞれスペーサー9A、9B、9Cを挿入し、表示層8A、8B間には分離基板4を介し、表示層8B、8C間には分離基板5を介して積層し、外光入射側と反対側の基板3の裏面に、光吸収層6を設けたものとする。

【0062】基板2、3は、ガラスやシリコン、またはポリエチレン、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリビニルアルコール、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、ポリアミド、ポリサルホンなどの高分子フィルムを用いることができ、少なくとも外光入射側の基板2は、光透過性を有する材料により形成する。

【0063】基板2、3の厚みは、数10 μ m～数100 μ mで、自己支持性と可とう性を併せ持つことが好ましい。また、表示層8A、8B、8Cへの分圧比を大きくするため、できるだけ誘電率の大きいことが好ましい。また、必要に応じて、その表面に、液晶配向層、耐磨耗層、表示記憶媒体1内へのガスの混入を防止するバリア層などの公知の機能性膜を形成してもよい。

【0064】分離基板4、5は、基板2、3と同様の高分子フィルムを用いることができ、光透過性を有する材料により形成する。その厚みは、数 μ m～数10 μ mで、可とう性を有することが好ましい。また、基板2、3と同様に、表示層8A、8B、8Cへの分圧比を大き

くするため、できるだけ誘電率の大きいことが好ましい。また、必要に応じて、その表面に、液晶配向層などの公知の機能性膜を形成してもよい。

【0065】スペーサー9A、9B、9Cは、ガラスやプラスチックなどからなるボール型またはシリンダー型のものを用いることができ、それぞれ表示層8A、8B、8Cの厚みを数 μ m～数10 μ mに制御する。特に基板2、3に可とう性を有する材料を用いる場合には、基板2、3の変形によって表示層8A、8B、8Cの厚みが大きく変化しないように、周囲に接着成分が塗布されたスペーサー9A、9B、9Cを用いて、各基板間を接着することが好ましい。

【0066】また、スペーサー9A、9B、9Cの代わりに、基板2、3および分離基板4、5の表面に、表示層8A、8B、8Cの厚みを制御する突起物などを形成してもよい。

【0067】光吸収層6は、表示層8A、8B、8Cを透過した入射光を吸収するものであれば、特に限定されるものではなく、例えば、カーボンブラックなどの色素が含有された高分子膜を用いることができる。

【0068】なお、外光入射側と反対側の基板3の裏面に光吸収層6を形成する代わりに、基板3と基板3上に形成される表示層8Cとの間に光吸収層6を形成し、または基板3をブラック染料などで着色して基板3に光吸収性を持たせ、光吸収層6を省略することもできる。

【0069】表示層8A、8B、8Cを構成するコレステリック液晶は、シッフ塩基系、アゾ系、アゾキシ系、ビフェニル系、ターフェニル系、安息香酸エステル系、トラン系、ピリミジン系、シクロヘキサンカルボン酸エステル系、フェニルシクロヘキサン系、ジオキサン系などの正の誘電率異方性を有するネマチック液晶、またはこれらの混合物に、エステル誘導体、シアノビフェニル誘導体、ビスアニール誘導体などの、不斉炭素を有するカイラル剤を添加した材料を用いることができる。

【0070】コレステリック液晶の螺旋ピッチは、ネマチック液晶に対するカイラル剤の添加量で調整し、例えば、表示層8A、8B、8Cの選択反射光の中心波長が、それぞれ400～500nm、500～600nm、600～700nmの範囲内になるようにする。

【0071】また、コレステリック液晶の螺旋ピッチの温度依存性を補償するために、ねじれ方向が異なる、または逆の温度依存性を示す複数のカイラル剤を添加する公知の手法を用いてもよい。

【0072】画像書き込み装置20は、表示記憶媒体1とは別体に形成し、この実施形態では、表示記憶媒体1を挟持する書き込み電極21、22と、この電極21、22間に書き込み信号を印加する駆動回路23とによって構成する。駆動回路23は、図では省略したが、駆動電源と、入力された画像データに基づいて、電極21、22間に印加する信号を制御する制御部とによって構成

する。

【0073】画像書き込み装置20は、例えば、電極21、22間に表示記憶媒体1の厚み分の間隙を有し、画像書き込み時には、その間隙内に表示記憶媒体1を所定位置まで差し込んで、後述するように表示記憶媒体1に画像を書き込み、または、電極21側を電極22側に対して開閉できるようにして、電極21側を開いて表示記憶媒体1を所定位置に挿入した後、電極21側を閉じて表示記憶媒体1に画像を書き込む、などの構成とすることができる。

【0074】なお、この発明の画像書き込み装置20は、この発明の表示記憶媒体1に対して、外部から、この発明の画像書き込み方法による書き込み信号を印加できるものであればよく、例えば、画素サイズの電極を備えるペン書き込み型の書き込み装置、一次元に電極が配置されたライン走査書き込み型の書き込み装置、二次元に電極が配置された面書き込み型の書き込み装置、またはこれらの形態でイオン流を発生させる書き込み装置など、特に限定されるものではない。

【0075】図1に示して上述した実施形態は、表示記憶媒体1が内部に電界印加用の電極や配線を全く持たない場合であるが、図2に示す実施形態のように、表示記憶媒体1の一方の基板側に共通電極7を設けてもよい。

【0076】共通電極7は、表示層8A、8B、8Cへの分圧比を大きくするために、一方の基板の内側、例えば、外光入射側と反対側の基板3の内側、すなわち基板3と表示層8Cとの間に形成することが望ましく、その厚みは、数 μ m程度とすることが好ましい。

【0077】この場合、画像書き込み装置20には、画像書き込み時に、この表示記憶媒体1の共通電極7と接触して電氣的に接続される接触子24を設け、画像書き込み時、画像書き込み装置20の書き込み電極21と表示記憶媒体1の共通電極7との間に書き込み信号を印加する。

【0078】なお、共通電極7は、外光入射側の基板2の内側、すなわち基板2と表示層8Aとの間に形成してもよい。ただし、その場合には、観察側と反対側から画像を書き込むことになるので、観察されるべき画像に対して鏡像となる画像を書き込むようにする必要がある。

【0079】図1および図2の実施形態は、表示層8A、8B、8Cをコレスティック液晶のみからなるLC構造とした場合であるが、表示層8A、8B、8Cは、コレスティック液晶の連続相中に網目状の高分子を含むPNLC (Polymer Network Liquid Crystal) 構造や、高分子の骨格中にコレスティック液晶がドロップレット状に分散されたPDL C (Polymer Dispersed Liquid Crystal) 構造とすることもできる。

【0080】表示層8A、8B、8CをPNLC構造やPDL C構造とすることによって、コレスティック液晶

と高分子の界面にアンカリング効果が発生し、無電界でのプレーナ相またはフォーカルコニック相の保持状態を、より安定にすることができる。さらに、コレスティック液晶層の厚みむらに起因する、グランジャンテクスチャの表示欠陥を防止することもできる。

【0081】PNLC構造やPDL C構造は、高分子と液晶を相分離させる公知の方法、例えば、アクリル系、チオール系、エポキシ系などの、熱や光によって重合する高分子前駆体と液晶を混合し、均一相の状態から重合させて相分離させるPIPS (Polymerization Induced Phase Separation) 法、ポリビニルアルコールなどの、液晶の溶解度が低い高分子と液晶を混合し、攪拌懸濁させて、液晶を高分子中にドロップレット分散させるエマルジョン法、熱可塑性高分子と液晶を混合し、均一相に加熱した状態から冷却して相分離させるTIPS (Thermally Induced Phase Separation) 法、高分子と液晶をクロロフォルムなどの溶媒に溶かし、溶媒を蒸発させて高分子と液晶を相分離させるSIPS (Solvent Induced Phase Separation) 法などによって形成することができるが、その製造方法は特に限定されるものではない。

【0082】特に、表示層8A、8B、8CをPDL C構造とする場合には、それぞれの表示層8A、8B、8Cのコレスティック液晶が高分子に包括されて、分離基板4、5を設けなくても、それぞれの表示層8A、8B、8Cのコレスティック液晶が互いに混ざり合うことが無いので、分離基板4、5の一部または全てを省略することができる。また、パーコート法、スピコート法、ロールコート法などの、膜厚を規定することができる塗布方法を用いてPDL C構造を形成する場合には、スペーサー9A、9B、9Cの一部または全てを省略することができる。

【0083】図3は、このように各表示層8A、8B、8CをPDL C構造とした場合の表示記憶媒体1の実施形態を示し、表示層8A、8B、8Cは、それぞれ高分子マトリックス11A、11B、11C中にコレスティック液晶12A、12B、12Cをドロップレット分散させたもので、表示層8A、8B、8Cにはスペーサーを挿入することなく、かつ表示層8A、8B間および表示層8B、8C間には分離基板を介することなく、積層形成した場合である。

【0084】なお、各表示層8A、8B、8CをPDL C構造とする場合、またはPNLC構造とする場合にも、図2に示したように、表示記憶媒体1内に共通電極7を設けることができる。

【0085】図5に、図1、図2または図3などに示して上述した、この発明の表示記憶媒体1の等価回路を示す。

【0086】図中、 C_s は表示層以外の構成要素の等価静電容量で、それぞれ、図1に示した実施形態では、基板2、3および分離基板4、5の、図2に示した実施形態では、基板2および分離基板4、5の、図3に示した実施形態では、基板2、3の、静電容量の直列和を示す。

【0087】また、 V_s は、表示記憶媒体1に外部の画像書き込み装置20から電圧 V が印加された場合に、これら表示層以外の構成要素で発生する電圧降下を示す。さらに、 C_a 、 C_b 、 C_c および R_a 、 R_b 、 R_c は、それぞれ表示層8A、8B、8Cの静電容量および抵抗値を示し、 V_a 、 V_b 、 V_c は、表示記憶媒体1に外部の画像書き込み装置20から電圧 V が印加された場合に、表示層8A、8B、8Cのそれぞれに実際に印加される電圧を示す。

【0088】通常、表示層8A、8B、8Cの抵抗値 R_a 、 R_b 、 R_c は、十分に大きいため、表示層8A、8B、8Cに印加される電圧 V_a 、 V_b 、 V_c は、以下のようなになる。

【0089】

$$V_a = (C_b C_c C_s / C) V \quad \cdots (1)$$

$$V_b = (C_a C_c C_s / C) V \quad \cdots (2)$$

$$V_c = (C_a C_b C_s / C) V \quad \cdots (3)$$

ここで、

$$C = C_a C_b C_c + C_a C_b C_s + C_a C_c C_s + C_b C_c C_s \quad \cdots (4)$$

である。

【0090】このように、この発明の表示記憶媒体1に対して、外部の画像書き込み装置20から任意の電界強度を印加した場合、各表示層8A、8B、8Cには、それぞれ上記のような静電容量分圧による電界強度が印加され、それぞれ、その電界強度に応じて、各表示層8A、8B、8Cのコレステリック液晶の相状態が変化する。

【0091】したがって、この発明の表示記憶媒体1においては、外部の画像書き込み装置20から印加される“見かけの電界強度”の、各表示層8A、8B、8Cへの分配比と、実際に印加される電界強度に対する各表示層8A、8B、8Cのスイッチング挙動との、2つを制御することによって、外部の画像書き込み装置20から印加された電界強度に対する各表示層8A、8B、8Cのスイッチング挙動を、所望の構成にすることができる。

【0092】具体的には、前者の、各表示層8A、8B、8Cへの分配比は、上記のように各表示層8A、8B、8Cの静電容量比によって、後者の、各表示層8A、8B、8Cのスイッチング挙動は、各表示層8A、8B、8Cを構成するコレステリック液晶の誘電率異方性、弾性率および螺旋ピッチ、さらに高分子を添加した場合には、高分子の構造や相分離プロセスなどに影響を

受ける高分子と液晶の界面におけるアンカリング効果の程度などによって、制御することができる。

【0093】図6に、この発明の表示記憶媒体1の一例の、外部の画像書き込み装置20によって印加された電界強度に対する、各表示層8A、8B、8Cのスイッチング挙動を示す。

【0094】この例の表示記憶媒体は、3つの表示層8A、8B、8Cの、それぞれのプレーナー相とフォーカルコニック相の相変化のしきい電界強度 E_{pf} 、10のうちの、最も大きい値 E_{th1} と、3つの表示層8A、8B、8Cの、それぞれのフォーカルコニック相とホメオトロピック相の相変化のしきい電界強度 E_{fh} 、10のうちの、最も小さい値 E_{th2} とが、 $E_{th1} < E_{th2}$ の関係を有するように構成し、その E_{th1} と E_{th2} の間の電界強度を E_a 、3つの表示層8A、8B、8Cの、それぞれのフォーカルコニック相とホメオトロピック相の相変化のしきい電界強度 E_{fh} 、90のうちの、最も大きい値 E_{th3} 以上の電界強度を E_b とする。

【0095】そして、外部の画像書き込み装置20によって、図7(A)に示すような、交流パルスのセレクト期間 T_s と、その後の無電界の表示期間 T_d とによって構成され、そのセレクト期間 T_s での電界強度 E_s が、入力データに基づいて、上記の電界強度 E_a 、 E_b から選定された電界強度となる書き込み信号、または、同図(B)に示すような、直流パルスのセレクト期間 T_s と、その後の無電界の表示期間 T_d とによって構成され、そのセレクト期間 T_s での電界強度 E_s が、入力データに基づいて、上記の電界強度 E_a 、 E_b から選定された電界強度となる書き込み信号を、上記の表示記憶媒体に印加する。

【0096】図8は、この場合のセレクト電界強度 E_s による、3つの表示層8A、8B、8Cの相変化の様子を示したもので、「p」はプレーナー相による選択反射状態、「f」はフォーカルコニック相による透過状態、をそれぞれ表わし、表示層8A、8B、8Cの順に示している。

【0097】これから明らかなように、上記の表示記憶媒体および画像書き込み方法によれば、(1)3層全てがプレーナー相の状態、(2)3層全てがフォーカルコニック相の状態、の2種類の相変化状態が得られる。

【0098】したがって、例えば、表示層8Aがブルーの色光、表示層8Bがグリーンの色光、表示層8Cがレッドの色光を選択反射するように構成した場合には、図9に示すように(同図中の「T」は、対応する層がフォーカルコニック相による透過状態であることを示す)、

(1) $E_s = E_b$ の書き込み信号によって、ホワイト(W)が表示される状態、(2) $E_s = E_a$ の書き込み信号によって、ブラック(Bk)が表示される状態、の2つの表示状態を取りうるようになり、一画素内で、ブ

ラック、ホワイトの2色を表示することができる。

【0099】さらに、ディザ法や誤差拡散法などの面積階調を行うことによって、多値のモノクロ表示を行うことができる。

【0100】なお、それぞれブルー、グリーンおよびレッドの色光を選択反射する表示層の積層順序は、上記の例に限らず、任意に構成することができる。

【0101】図10に、この発明の表示記憶媒体1の他の例の、外部の画像書き込み装置20によって印加された電界強度に対する、各表示層8A、8B、8Cのスイッチング挙動を示す。

【0102】この例の表示記憶媒体は、3つの表示層8A、8B、8Cの、プレーナー相とフォーカルコニック相の状態間の遷移領域、およびフォーカルコニック相とホメオトロピック相の状態間の遷移領域が、同じ電界強度で存在しないように構成する。3つの表示層8A、8B、8Cのうちの、相変化しきい電界強度が最も大きい表示層をH層、中間の表示層をM層、最も小さい表示層をL層とした場合、電界強度 E_a 、 E_b 、 E_c 、 E_d 、 E_e 、 E_f 、 E_g を、

E_a : L層の E_{pf} 、90以下の電界強度、

E_b : L層の E_{pf} 、10とM層の E_{pf} 、90との間の電界強度、

E_c : M層の E_{pf} 、10とH層の E_{pf} 、90との間の電界強度、

E_d : H層の E_{pf} 、10とL層の E_{fh} 、10との間の電界強度、

E_e : L層の E_{fh} 、90とM層の E_{fh} 、10との間の電界強度、

E_f : M層の E_{fh} 、90とH層の E_{fh} 、10との間の電界強度、

E_g : H層の E_{fh} 、90以上の電界強度、

とする。

【0103】そして、外部の画像書き込み装置20によって、図11(A)に示すような、少なくとも、それぞれ交流パルスのリフレッシュ期間 T_r およびセレクト期間 T_s と、その後の無電界の表示期間 T_d とによって構成され、そのリフレッシュ期間 T_r およびセレクト期間 T_s での電界強度 E_r および E_s が、 $E_r > E_s$ の関係をもって、入力データに基づいて、上記の7段階の電界強度 $E_a \sim E_g$ から選定された電界強度となる書き込み信号、または、同図(B)に示すような、少なくとも、それぞれ直流パルスのリフレッシュ期間 T_r およびセレクト期間 T_s と、その後の無電界の表示期間 T_d とによって構成され、そのリフレッシュ期間 T_r およびセレクト期間 T_s での電界強度 E_r および E_s が、 $E_r > E_s$ の関係をもって、入力データに基づいて、上記の7段階の電界強度 $E_a \sim E_g$ から選定された電界強度となる書き込み信号を、上記の表示記憶媒体に印加する。

【0104】図12は、この場合のリフレッシュ電界強

度 E_r とセレクト電界強度 E_s との組み合わせによる、H層、M層およびL層の相変化の様子を示したもので、「p」はプレーナー相による選択反射状態、「f」はフォーカルコニック相による透過状態、「?」は書き込み信号の印加前の状態に依存する未確定状態、をそれぞれ表わし、L層、M層およびH層の順に示している。

【0105】これから明らかなように、上記の表示記憶媒体および画像書き込み方法によれば、

(1) H層、M層およびL層の3層全てがプレーナー相の状態、

(2) H層、M層およびL層の3層全てがフォーカルコニック相の状態、

(3) H層がプレーナー相で、M層とL層がフォーカルコニック相の状態、

(4) M層がプレーナー相で、H層とL層がフォーカルコニック相の状態、

(5) L層がプレーナー相で、H層とM層がフォーカルコニック相の状態、

(6) H層とM層がプレーナー相で、L層がフォーカルコニック相の状態、

(7) M層とL層がプレーナー相で、H層がフォーカルコニック相の状態、の7種類の相変化状態が得られる。

【0106】したがって、例えば、表示層8Aをブルーの色光を選択反射するH層、表示層8Bをグリーンの色光を選択反射するM層、表示層8Cをレッドの色光を選択反射するL層となるように構成した場合には、図13に示すように(同図中の「T」は、対応する層がフォーカルコニック相による透過状態であることを示す)、

(1) $E_r = E_g$ 、 $E_s = E_a$ の書き込み信号によって、ホワイト(W)が表示される状態、(2)例えば、 $E_r = E_d$ 、 $E_s = E_a$ の書き込み信号によって、ブラック(Bk)が表示される状態、(3) $E_r = E_g$ 、 $E_s = E_c$ の書き込み信号によって、ブルー(B)が表示される状態、(4) $E_r = E_f$ 、 $E_s = E_b$ の書き込み信号によって、グリーン(G)が表示される状態、

(5)例えば、 $E_r = E_e$ 、 $E_s = E_a$ の書き込み信号によって、レッド(R)が表示される状態、(6) $E_r = E_g$ 、 $E_s = E_b$ の書き込み信号によって、シアン(C)が表示される状態、(7)例えば、 $E_r = E_f$ 、 $E_s = E_a$ の書き込み信号によって、イエロー(Y)が表示される状態、の7つの表示状態を取りうるようになり、一画素内で、ホワイト、ブラック、ブルー、グリーンおよびレッドの5色と、シアンおよびイエローの2色との、合計7色を表示することができる。

【0107】さらに、少なくとも、ホワイト、ブラック、ブルー、グリーンおよびレッドの5色を用いて、ディザ法や誤差拡散法などの面積階調を行うことによって、フルカラー表示を行うことができる。

【0108】上記の例は、グリーンの色光を選択反射する表示層をM層として、シアン、マゼンタおよびイエロ

一の3色中の2色として、シアンおよびイエローを表示する場合であるが、ブルーの色光を選択反射する表示層をM層とする場合には、シアン、マゼンタおよびイエローの3色中の2色として、シアンおよびマゼンタを表示することができ、レッドの色光を選択反射する表示層をM層とする場合には、シアン、マゼンタおよびイエローの3色中の2色として、マゼンタおよびイエローを表示することができる。

【0109】なお、それぞれブルー、グリーンおよびレッドの色光を選択反射する表示層の積層順序、またはしきい電界強度の大小は、上記の例に限らず、任意に構成することができる。

【0110】図1、図2または図3に示した実施形態は、3つの表示層8A、8B、8Cが、それぞれのコレステリック液晶の螺旋ねじれ方向に一致する、いずれかの旋回方向の円偏光成分を選択反射する場合であるが、図4に示す、この発明の表示記憶媒体1の他の実施形態のように、表示層8A、8B、8Cを、それぞれ、互いに同じ色光を選択反射するとともに、外部の画像書き込み装置20から印加される電界に対して同じスイッチング挙動を示すような、螺旋ねじれ方向が右方向のコレステリック液晶からなる表示層8A(R)、8B(R)、8C(R)と、螺旋ねじれ方向が左方向のコレステリック液晶からなる表示層8A(L)、8B(L)、8C(L)とによって形成してもよい。この場合には、上述した書き込み方法を用いて、より反射率の高いモノクロ表示、またはカラー表示を行うことができる。

【0111】なお、各表示層8A(R)、8B(R)、8C(R)、8A(L)、8B(L)、8C(L)の積層順序は、図4の例に限らず、任意に構成することができる。

【0112】また、図4の実施形態は、各表示層にスペーサーを挿入し、各表示層間に分離基板を介し、かつ表示記憶媒体1内に電極を全く持たない場合であるが、図2の実施形態のように表示記憶媒体1内に共通電極7を設ける場合や、図3の実施形態のように各表示層をPDLC構造とする場合などにも、各表示層8A、8B、8Cを上記のような2つの表示層によって構成することができる。

【0113】

【実施例】(実施例1) 実施例1では、PNLC構造のモノクロ表示の表示記憶媒体を作製し、表示特性を測定した。

【0114】レッドの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)69.0wt%、右旋性のカイラル剤CB15(メルク社製)15.5wt%、および右旋性のカイラル剤CE2(メルク社製)15.5wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノ

ーランド社製)を15wt%添加した。

【0115】グリーンの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)60.0wt%、右旋性のカイラル剤CB15(メルク社製)20.0wt%、および右旋性のカイラル剤CE2(メルク社製)20.0wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

10 【0116】ブルーの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)54.6wt%、右旋性のカイラル剤CB15(メルク社製)22.7wt%、および右旋性のカイラル剤CE2(メルク社製)22.7wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

20 【0117】75μm厚のPETフィルムルミラー(東レ社製)の上に、接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S(早川ゴム社製)を湿式散布し、この上に、上記のレッドの混合溶液を滴下して、片面に接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S(早川ゴム社製)を湿式散布した4.5μm厚のPETフィルムルミラー(東レ社製)を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。

【0118】さらに、この上に、上記のグリーンの混合溶液を滴下して、片面に接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S(早川ゴム社製)を湿式散布した4.5μm厚のPETフィルムルミラー(東レ社製)を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。さらに、この上に、上記のブルーの混合溶液を滴下して、75μm厚のPETフィルムルミラー(東レ社製)を密着させた。

【0119】以上の工程を60℃で行った後、スペーサーと各フィルムを接着するため、110℃に加熱して、30分間保持した。再び60℃の環境に戻して、高圧水銀ランプをフィルタリングした50mW/cm²(365nm)のUV光を60秒照射した。レッド表示層側のPETフィルム基板の裏面にブラック樹脂BKR-105(日本化薬社製)を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれPNLC構造のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層されたモノクロ表示の表示記憶媒体を得た。

40 【0120】得られた表示記憶媒体を、パルス発生器および高圧電源装置に接続された一対のアルミ電極間に挟持し、50Hz、250ms期間の交流セレクト信号と無電界の表示期間からなる書き込み信号を印加し、電極間から取り出して、表示色の観察を行った。アルミ電極間に印加したセレクト信号の電界強度と、表示された色50 を、図14に示す。

【0121】これら2色の書き込みを1000回以上繰り返しても、表示色および表示に必要なセレクト信号の電界強度に変化は見られなかった。また、各表示ともに、十分なメモリ性を有し、30日以上経過しても表示色に変化は見られなかった。さらに、表示記憶媒体は200 μ m以下の厚みで可とう性を有していた。

【0122】(実施例2) 実施例2では、実施例1と異なるコレステリック液晶および積層順序のPNLC構造のモノクロ表示の表示記憶媒体を作製し、表示特性を測定した。

【0123】レッドの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶E48(メルク社製)65.4wt%、右旋性のカイラル剤CB15(メルク社製)17.3wt%、および右旋性のカイラル剤CE2(メルク社製)17.3wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0124】グリーンの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶E48(メルク社製)57.6wt%、右旋性のカイラル剤CB15(メルク社製)21.2wt%、および右旋性のカイラル剤CE2(メルク社製)21.2wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0125】ブルーの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶E48(メルク社製)51.0wt%、右旋性のカイラル剤CB15(メルク社製)24.5wt%、および右旋性のカイラル剤CE2(メルク社製)24.5wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0126】以下、UV光の照射まで実施例1と同様の工程を行った後、ブルー表示層側のPETフィルム基板の裏面にブラック樹脂BKR-105(日本化薬社製)を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれPNLC構造のレッド表示層、グリーン表示層、ブルー表示層が積層されたモノクロ表示の表示記憶媒体を得た。

【0127】得られた表示記憶媒体を、パルス発生器および高圧電源装置に接続された一対のアルミ電極間に挟持し、250ms期間の直流セレクト信号と無電界の表示期間からなる書き込み信号を印加し、電極間から取り出して、表示色の観察を行った。アルミ電極間に印加したセレクト信号の電界強度と、表示された色を、図15に示す。

【0128】これら2色の書き込みを1000回以上繰り返しても、表示色および表示に必要なセレクト信号の電界強度に変化は見られなかった。また、各表示ともに、十

分なメモリ性を有し、30日以上経過しても表示色に変化は見られなかった。さらに、表示記憶媒体は200 μ m以下の厚みで可とう性を有していた。

【0129】(実施例3) 実施例3では、旋回方向が異なる同じ色光を選択反射する表示層が積層されたPNLC構造のモノクロ表示の表示記憶媒体を作製した。

【0130】右旋性のレッドの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)81.0wt%、右旋性のカイラル剤CNL-611R(旭電化工業社製)19.0wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0131】左旋性のレッドの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)81.0wt%、左旋性のカイラル剤CNL-617L(旭電化工業社製)19.0wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0132】右旋性のグリーンの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)76.2wt%、右旋性のカイラル剤CNL-611R(旭電化工業社製)23.8wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0133】左旋性のグリーンの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)76.2wt%、左旋性のカイラル剤CNL-617L(旭電化工業社製)23.8wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0134】右旋性のブルーの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)73.7wt%、右旋性のカイラル剤CNL-611R(旭電化工業社製)26.3wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0135】左旋性のブルーの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶BL012(メルク社製)73.7wt%、左旋性のカイラル剤CNL-617L(旭電化工業社製)26.3wt%を混合した溶液に、チオール系UV重合高分子前駆体NOA65(ノーランド社製)を15wt%添加した。

【0136】以下、右旋性の混合溶液、左旋性の混合溶液のそれぞれについて、UV光の照射まで実施例1と同

様の工程を行って、右旋性の表示層が積層された表示記憶媒体と左旋性の表示層が積層された表示記憶媒体を作製し、右旋性の表示記憶媒体のレッド表示層と左旋性の表示記憶媒体のブルー表示層が向かい合うように接着した。左旋性の表示記憶媒体のレッド表示層側のPETフィルム基板の裏面にブラック樹脂BKR-105（日本化薬社製）を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれPNLC構造の、右旋性のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層、左旋性のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層されたモノクロ表示の表示記憶媒体を得た。

【0137】（実施例4）実施例4では、LC構造のカラー表示の表示記憶媒体を作製した。

【0138】レッドの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶ZLI4520（メルク社製）68.6wt%、右旋性のカイラル剤CB15（メルク社製）15.7wt%、および右旋性のカイラル剤CE2（メルク社製）15.7wt%を混合した。

【0139】グリーンの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶E186（メルク社製）72.2wt%、右旋性のカイラル剤CB15（メルク社製）13.9wt%、および右旋性のカイラル剤CE2（メルク社製）13.9wt%を混合した。

【0140】ブルーの色光を選択反射する表示層のコレステリック液晶として、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶ZLI4389（メルク社製）65.0wt%、右旋性のカイラル剤CB15（メルク社製）17.5wt%、および右旋性のカイラル剤CE2（メルク社製）17.5wt%を混合した。

【0141】75μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）の上に、接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S（早川ゴム社製）を湿式散布し、この上に、上記のブルーのコレステリック液晶を滴下して、片面に接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S（早川ゴム社製）を湿式散布した4.5μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。

【0142】さらに、この上に、上記のグリーンのコレステリック液晶を滴下して、片面に接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S（早川ゴム社製）を湿式散布した4.5μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。さらに、この上に、上記のレッドのコレステリック液晶を滴下して、75μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を密着させた。

【0143】以上の工程を室温で行った後、スペーサーと各フィルムを接着するため、110℃に加熱して、30分間保持した。レッド表示層側のPETフィルム基板

の裏面にブラック樹脂BKR-105（日本化薬社製）を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれLC構造のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層されたカラー表示の表示記憶媒体を得た。

【0144】（実施例5）実施例5では、PNLC構造のカラー表示の表示記憶媒体を作製し、表示特性を測定した。

【0145】それぞれレッド、グリーンおよびブルーの色光を選択反射する表示層の、コレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、実施例4で用いたコレステリック液晶に、それぞれチオール系UV重合高分子前駆体NOA65（ノーランド社製）を15wt%添加した。

【0146】75μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）の上に、接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S（早川ゴム社製）を湿式散布し、この上に、上記のレッドの混合溶液を滴下して、片面に接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S（早川ゴム社製）を湿式散布した4.5μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。

【0147】さらに、この上に、上記のグリーンの混合溶液を滴下して、片面に接着剤付の5μm径の球状スペーサーハヤビーズL-21S（早川ゴム社製）を湿式散布した4.5μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。さらに、この上に、上記のブルーの混合溶液を滴下して、75μm厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を密着させた。

【0148】以上の工程を70℃で行った後、スペーサーと各フィルムを接着するため、110℃に加熱して、30分間保持した。再び70℃の環境に戻して、高圧水銀ランプをフィルタリングした50mW/cm²（365nm）のUV光を60秒照射した。レッド表示層側のPETフィルム基板の裏面にブラック樹脂BKR-105（日本化薬社製）を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれPNLC構造のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層されたカラー表示の表示記憶媒体を得た。

【0149】得られた表示記憶媒体を、パルス発生器および高圧電源装置に接続された一対のアルミ電極間に挟持し、50Hz、250ms期間の交流リフレッシュ信号、50Hz、250ms期間の交流セレクト信号および無電界の表示期間からなる書き込み信号を印加し、電極間から取り出して、表示色の観察を行った。アルミ電極間に印加したリフレッシュ信号およびセレクト信号の電界強度と、表示された色を、図16に示す。

【0150】これら7色の書き込みを1000回以上繰り返しても、表示色および表示に必要なリフレッシュ信号およびセレクト信号の電界強度に変化は見られなかった。

また、各表示ともに、十分なメモリ性を有し、30日以上経過しても表示色に変化は見られなかった。さらに、表示記憶媒体は200 μ m以下の厚みで可とう性を有していた。

【0151】（実施例6）実施例6では、実施例5と異なる高分子材料を用いて、PNLC構造のカラー表示の表示記憶媒体を作製した。

【0152】それぞれレッド、グリーンおよびブルーの色光を選択反射する表示層の、コレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、実施例4で用いたコレステリック液晶に、それぞれアクリレート系高分子前駆体HX-620（日本化薬社製）15wt%、重合開始剤ダロキュア1173（チバガイギ社製）2wt%を添加した。

【0153】以下、実施例5と同様の工程によって、外光入射側から、それぞれPNLC構造のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層されたカラー表示の表示記憶媒体を得た。

【0154】（実施例7）実施例7では、PIPS法によるPDL構造のカラー表示の表示記憶媒体を作製した。

【0155】それぞれレッド、グリーンおよびブルーの色光を選択反射する表示層の、コレステリック液晶と高分子前駆体の混合溶液として、実施例4で用いたコレステリック液晶に、それぞれチオール系UV重合高分子前駆体NOA65（ノーランド社製）を30wt%添加した。

【0156】50 μ m厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）の上に、10 μ m径の球状スペーサーマイクロパールSP210（積水ファインケミカル社製）を湿式散布し、この上に、上記のレッドの混合溶液を滴下して、片面に10 μ m径の球状スペーサーマイクロパールSP210（積水ファインケミカル社製）を湿式散布した4.5 μ m厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。

【0157】さらに、この上に、上記のグリーン混合溶液を滴下して、片面に10 μ m径の球状スペーサーマイクロパールSP210（積水ファインケミカル社製）を湿式散布した4.5 μ m厚のPETフィルムルミラー

（東レ社製）を、スペーサーの非散布面が接触するように密着させた。さらに、この上に、上記のブルーの混合溶液を滴下して、50 μ m厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）を密着させた。

【0158】以上の工程を70℃で行った後、そのままの温度下で、高圧水銀ランプをフィルタリングした50mW/cm²（365nm）のUV光を60秒照射した後、レッド表示層側のPETフィルム基板の裏面にブラック樹脂BKR-105（日本化薬社製）を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれPDL構造のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層され

たカラー表示の表示記憶媒体を得た。

【0159】（実施例8）実施例8では、エマルジョン法によるPDL構造のカラー表示の表示記憶媒体を作製した。

【0160】実施例4で用いた、それぞれレッド、グリーンおよびブルーの色光を選択反射するコレステリック液晶と、エタノールでイオン除去を行った重合度500のPVA（和光純薬工業社製）の10wt%水溶液を、それぞれ1:2.5の重量比で混合し、内歯式高速ホモジナイザー（オムニ社製）を用いて、10,000rpmで3分間攪拌し、真空装置内で脱気して、それぞれレッド、グリーンおよびブルーのエマルジョンを作製した。

【0161】それぞれのエマルジョンを水で2倍に希釈し、それぞれ50 μ m厚のPETフィルムルミラー（東レ社製）の上に、ドクターブレード005（ガードナー社製）を用いて均一に塗布し、室温下で3時間乾燥させて、それぞれレッド、グリーンおよびブルーの色光を選択反射する約10 μ m厚のPDL層をフィルム上に形成した。

【0162】レッド表示層のPDL層の表面とグリーン表示層のPDL層の表面とが、およびグリーン表示層が形成されたフィルムの裏面とブルー表示層のPDL層の表面とが、それぞれ向き合うように重ね合わせ、80℃に加熱した状態でローラーを用いて圧力を加え、3つの表示層を密着させた。レッド表示層側のPETフィルム基板の裏面にブラック樹脂BKR-105（日本化薬社製）を塗布し、乾燥させて、外光入射側から、それぞれPDL構造のブルー表示層、グリーン表示層、レッド表示層が積層されたカラー表示の表示記憶媒体を得た。

【0163】（実施例1, 2, 5についての評価）積分球型分光測色計CM-2022（ミノルタ社製）を用いて、実施例1, 2, 5の表示記憶媒体のそれぞれについて、完全拡散面を100%とする各表示色のスペクトル分布、およびa*b*表色系における色度を測定した。

【0164】図17に、実施例1のモノクロ表示の表示記憶媒体のスペクトル分布を示す。ホワイト表示時の積分反射率は、コピー用紙の上質紙の36.9%、新聞紙の50.8%であり、ブラック表示とホワイト表示のコントラスト比は、6.4で、新聞紙と同程度あった。

【0165】図18に、実施例2のモノクロ表示の表示記憶媒体のスペクトル分布を示す。ホワイト表示時の積分反射率は、コピー用紙の上質紙の37.0%、新聞紙の50.9%であり、ブラック表示とホワイト表示のコントラスト比は、4.4で、新聞紙と同程度あった。

【0166】図19に、実施例5のカラー表示の表示記憶媒体のスペクトル分布を示す。ホワイト表示時の積分反射率は、コピー用紙の上質紙の29.2%、新聞紙の40.3%であり、ブラック表示とホワイト表示のコントラスト比は、4.9で、新聞紙と同程度あった。

【0167】図20に、実施例5のカラー表示の表示記憶媒体の各表示色のa * b * 表色系における色度を示す。実施例5のカラー表示の表示記憶媒体では、無彩度の2色と、ブルー、グリーン、レッド、シアンおよびイエローの5色とを合わせた、7色が表示されていることがわかる。

【0168】

【発明の効果】上述したように、この発明によれば、無電源でのメモリ性を有する、明るく、コントラストの高い、ブラック・ホワイトの反射型モノクロ表示を得ることができ、外部装置によって短時間で、画像を書き込み、書き換えることができるとともに、軽薄で、可とう性を有する構造を持ち、製造コストの低い、紙ライクな表示記憶媒体を実現することができる。したがって、この発明によれば、その表示記憶媒体を繰り返し使用することによって、紙の消費を抑えることができ、省資源、省廃棄物に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の表示記憶媒体および画像書き込み装置の一実施形態を示す図である。

【図2】この発明の表示記憶媒体および画像書き込み装置の他の実施形態を示す図である。

【図3】この発明の表示記憶媒体のさらに他の実施形態を示す図である。

【図4】この発明の表示記憶媒体のさらに他の実施形態を示す図である。

【図5】この発明の表示記憶媒体の等価回路を示す図である。

【図6】この発明の表示記憶媒体の一例のスイッチング挙動を示す図である。

【図7】この発明の画像書き込み方法の一実施形態における書き込み信号を示す図である。

【図8】図7の画像書き込み方法による場合の、図6に示すスイッチング挙動を行う表示記憶媒体の各表示層の相状態を示す図である。

【図9】図7の画像書き込み方法による場合の、図6に示すスイッチング挙動を行う表示記憶媒体の表示状態を示す図である。

【図10】この発明の表示記憶媒体の他の例のスイッチング挙動を示す図である。

【図11】この発明の画像書き込み方法の他の実施形態における書き込み信号を示す図である。

【図12】図11の画像書き込み方法による場合の、図10に示すスイッチング挙動を行う表示記憶媒体の各表示層の相状態を示す図である。

【図13】図11の画像書き込み方法による場合の、図

10に示すスイッチング挙動を行う表示記憶媒体の表示状態を示す図である。

【図14】実施例1の表示記憶媒体に表示を書き込んだ場合の電界強度と表示色を示す図である。

【図15】実施例2の表示記憶媒体に表示を書き込んだ場合の電界強度と表示色を示す図である。

【図16】実施例5の表示記憶媒体に表示を書き込んだ場合の電界強度と表示色を示す図である。

【図17】実施例1の表示記憶媒体のスペクトル分布を示す図である。

【図18】実施例2の表示記憶媒体のスペクトル分布を示す図である。

【図19】実施例5の表示記憶媒体のスペクトル分布を示す図である。

【図20】実施例5の表示記憶媒体の各表示色の色度を示す図である。

【図21】正の誘電率異方性を有するコレステリック液晶の相変化を示す図である。

【図22】正の誘電率異方性を有するコレステリック液晶のパルス信号に対するスイッチング挙動の例を示す図である。

【図23】従来の表示素子の第1の例のスイッチング状態を示す図である。

【図24】従来の表示素子の第2の例のスイッチング状態を示す図である。

【図25】従来の表示素子の第3の例の構成を示す図である。

【図26】従来の表示素子の第4の例の構成を示す図である。

【図27】従来の表示素子の第5の例のスイッチング挙動および表示状態を示す図である。

【符号の説明】

1 表示記憶媒体

2, 3 基板

4, 5 分離基板

6 光吸収層

7 共通電極

8 A, 8 B, 8 C 表示層

9 A, 9 B, 9 C スペーサー

11 A, 11 B, 11 C 高分子マトリックス

12 A, 12 B, 12 C コレステリック液晶

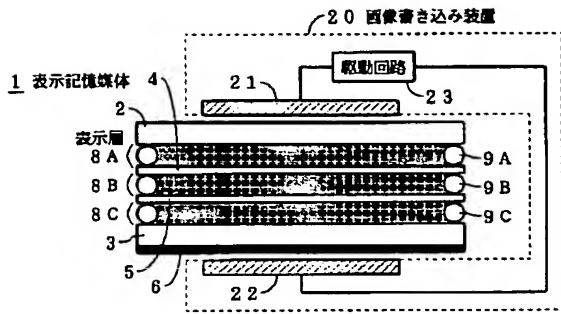
20 画像書き込み装置

21, 22 書き込み電極

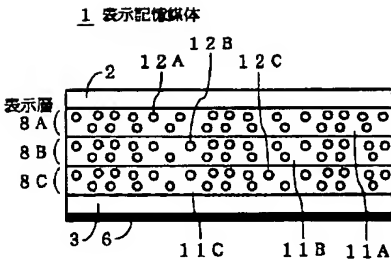
23 駆動回路

24 接触子

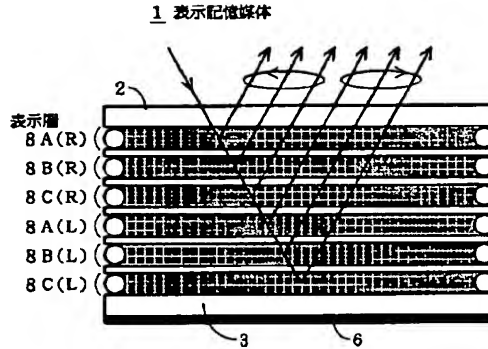
【図1】



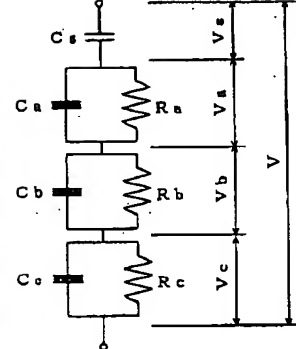
【図3】



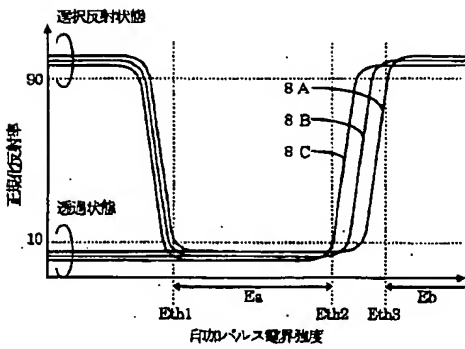
【図4】



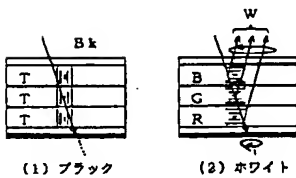
【図5】



【図6】



【図9】



【図12】

		リフレッシュ電圧強度 E_r						
セレクト電圧強度 E_s	E_a	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$
	E_b	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$
	E_c	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$
	E_d	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$
	E_e	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$
	E_f	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$
	E_g	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$	$00?$

L層 / M層 / H層

【図8】

セレクト電圧強度 E_s	
E_a	E_b
$00?$	$00?$
8A/8B/8C	

【図14】

実施例1

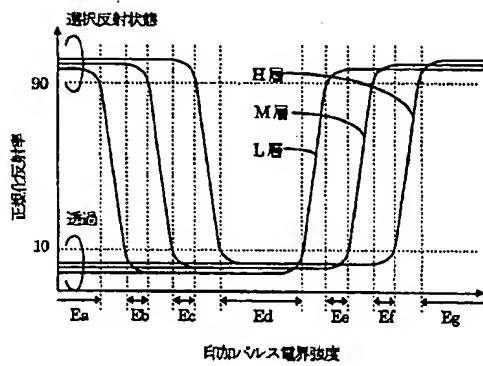
セレクト電圧強度 E_s	表示色
$20.8 \text{ V}/\mu\text{m}$	ホワイト
$5.8 \text{ V}/\mu\text{m}$	ブラック

【図15】

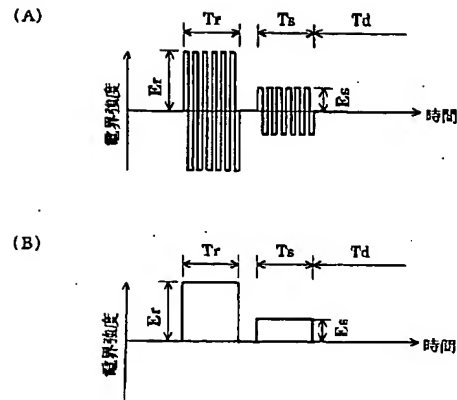
実施例2

セレクト電圧強度 E_s	表示色
$22.9 \text{ V}/\mu\text{m}$	ホワイト
$6.7 \text{ V}/\mu\text{m}$	ブラック

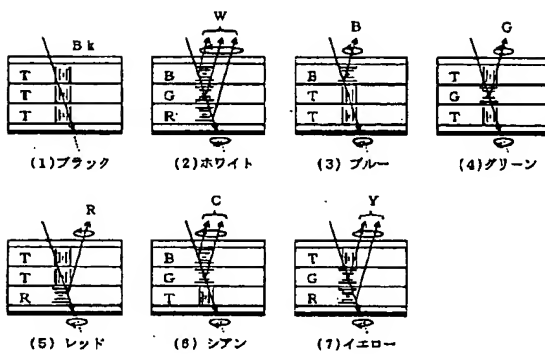
【図10】



【図11】



【図13】



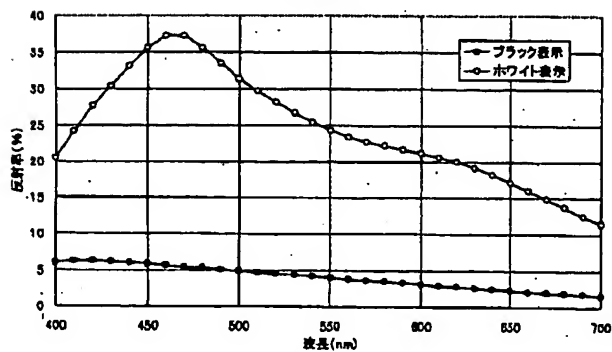
【図16】

実施例5

リフレッシュ 電界強度 E_r	セレクト 電界強度 E_s	表示色
29.2 V/ μ m	0 V/ μ m	ホワイト
10.4 V/ μ m	0 V/ μ m	ブラック
15.0 V/ μ m	0 V/ μ m	レッド
18.8 V/ μ m	3.0 V/ μ m	グリーン
29.2 V/ μ m	3.5 V/ μ m	ブルー
29.2 V/ μ m	2.8 V/ μ m	シアン
18.8 V/ μ m	0 V/ μ m	イエロー

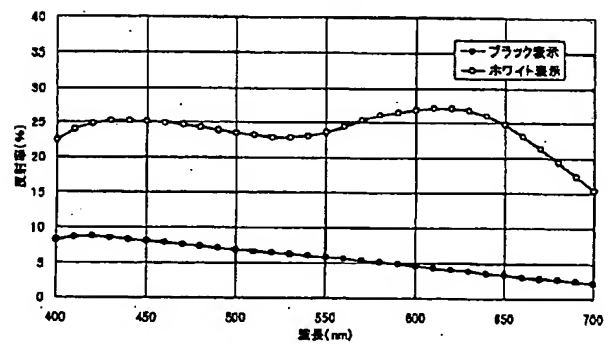
【図17】

実施例1

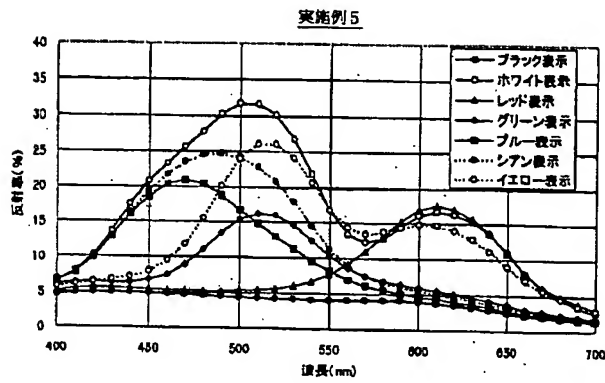


【図18】

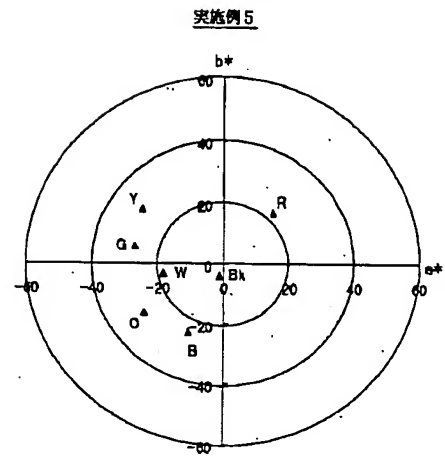
実施例2



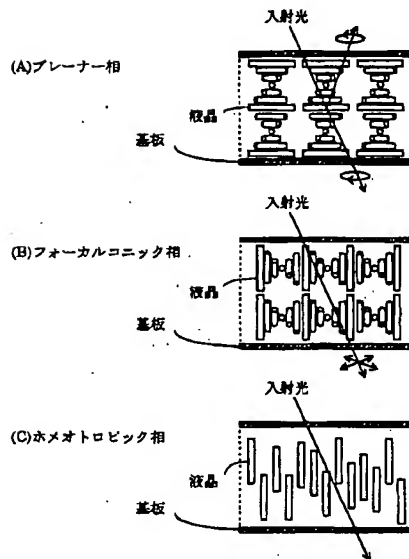
【図19】



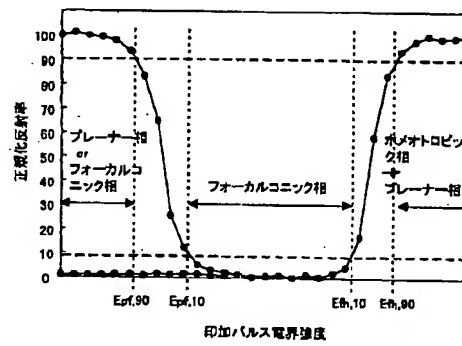
【図20】



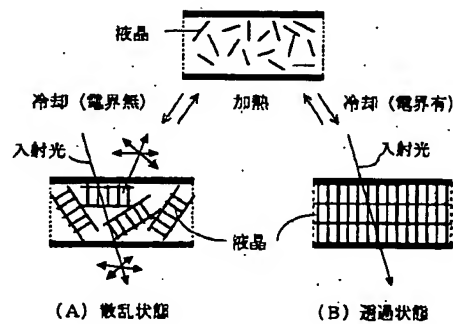
【図21】



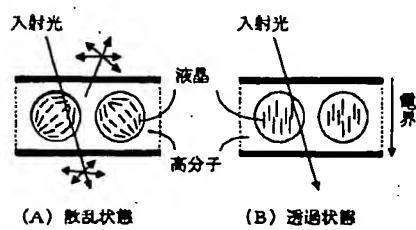
【図22】



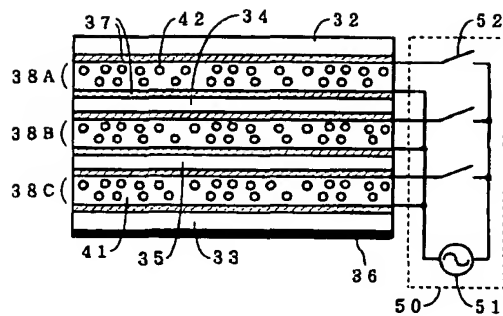
【図24】



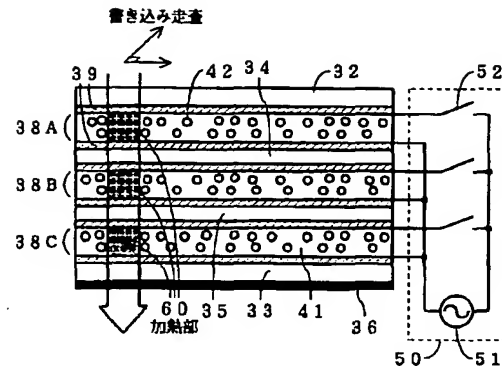
【図23】



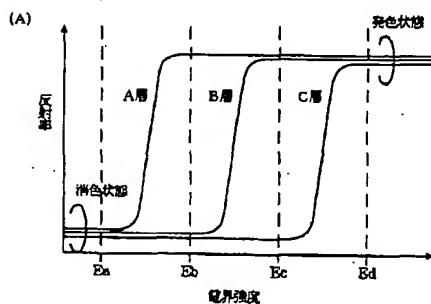
【図25】



【図26】



【図27】



(B)

	A層	B層	C層
Ea	消色	消色	消色
Eb	発色	消色	消色
Ec	発色	発色	消色
Ed	発色	発色	発色

【手続補正書】

【提出日】平成12年10月18日（2000.10.18）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】そこで、この発明は、無電源でのメモリ性を有する、明るく、コントラストの高い、反射型モノクロ表示を得ることができ、外部装置によって短時間で、画像を書き込み、書き換えることができるとともに、軽薄で、可とう性を有する構造を持ち、製造コストの低い、紙ライクな表示記憶媒体、および、その表示記憶媒体に外部から画像を書き込むことができる方法および装置を提供することを目的とする。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】この発明の表示記憶媒体では、このコレステリック液晶の双安定現象を利用して、互いに異なる色光を選択反射する複数の表示層につき、（A）プレーナー相による選択反射状態と、（B）フォーカルコニック相による透過状態とを、スイッチングすることによって、無電界でのメモリ性を有するモノクロ表示を行う。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正内容】

【0059】以上のように、この発明によれば、コレステリック液晶の電界スイッチングによる、高速の書き換え性および無電源でのメモリ性を有し、コレステリック

液晶の選択反射による、明るく、コントラストの高い、モノクロ表示を行うことができるとともに、軽薄で、可とう性を有する構造を持ち、製造コストの低い、紙ライクな表示記憶媒体を実現することができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0168

【補正方法】変更

【補正内容】

【0168】

*

【発明の効果】上述したように、この発明によれば、無電源でのメモリ性を有する、明るく、コントラストの高い、反射型モノクロ表示を得ることができ、外部装置によって短時間で、画像を書き込み、書き換えることができるとともに、軽薄で、可とう性を有する構造を持ち、製造コストの低い、紙ライクな表示記憶媒体を実現することができる。したがって、この発明によれば、その表示記憶媒体を繰り返し使用することによって、紙の消費を抑えることができ、省資源、省廃棄物に寄与することができる。

【手続補正書】

【提出日】平成13年1月29日(2001.1.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】少なくとも一方が透明の一对の基板間に、それぞれ可視光中の互いに異なる色光を選択反射するコレステリック液晶によって構成された複数の表示層が積層され、外部の画像書き込み装置から前記積層された複数の表示層に電界が印加されることによって画像が書き込まれるとともに、前記電界の印加後の無電界下では前記コレステリック液晶が前記電界の電界強度に応じてプレーナ相とフォーカルコニック相のいずれかを選択的に呈するように前記複数の表示層が構成されたことを特徴とする表示記憶媒体。 ※

※【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】

【課題を解決するための手段】この発明の表示記憶媒体は、少なくとも一方が透明の一对の基板間に、それぞれ可視光中の互いに異なる色光を選択反射するコレステリック液晶によって構成された複数の表示層が積層され、外部の画像書き込み装置から前記積層された複数の表示層に電界が印加されることによって画像が書き込まれるとともに、前記電界の印加後の無電界下では前記コレステリック液晶が前記電界の電界強度に応じてプレーナ相とフォーカルコニック相のいずれかを選択的に呈するように前記複数の表示層が構成されたものである。

フロントページの続き

(72)発明者 有沢 宏
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者 小林 英夫
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 柿沼 武夫
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者 津田 大介
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内